

544, 18)

(12)特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関  
国際事務局



(43) 国際公開日  
2004年8月19日 (19.08.2004)

PCT

(10) 国際公開番号  
WO 2004/070209 A1

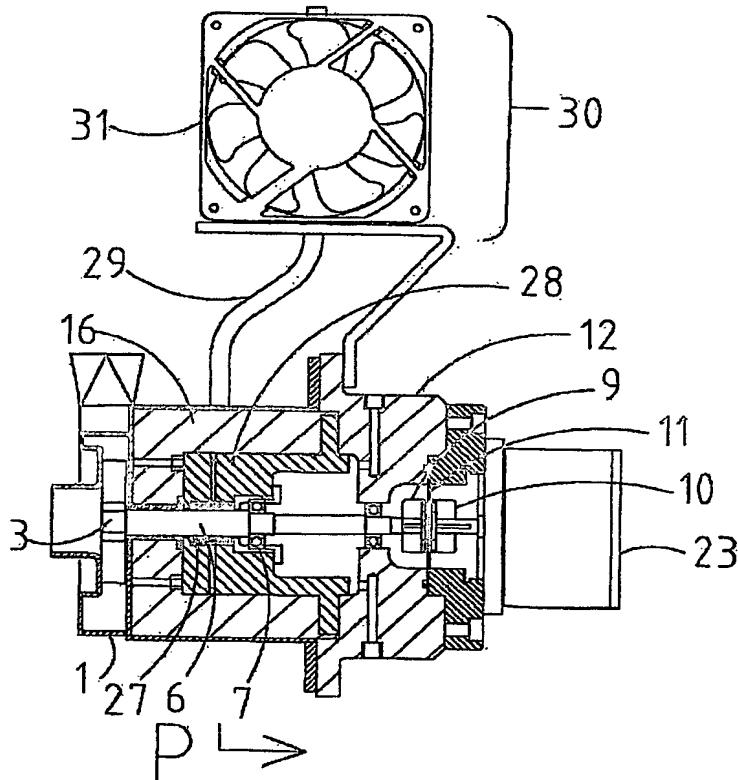
(51) 国際特許分類<sup>7</sup>: F04D 29/58, H01M 8/04  
(21) 国際出願番号: PCT/JP2004/001040  
(22) 国際出願日: 2004年2月3日 (03.02.2004)  
(25) 国際出願の言語: 日本語  
(26) 国際公開の言語: 日本語  
(30) 優先権データ:  
特願2003-026542 2003年2月3日 (03.02.2003) JP  
(71) 出願人(米国を除く全ての指定国について): 株式会社キャップ(CAP CO., LTD.) [JP/JP]; 〒2230056 神奈川県横浜市港北区新吉田町3415-42 Kanagawa (JP).

(72) 発明者; および  
(75) 発明者/出願人(米国についてのみ): 佐藤 公彦 (SATO, Kimihiko) [JP/JP]; 〒2230056 神奈川県横浜市港北区新吉田町3415-42 Kanagawa (JP).  
(74) 代理人: 泉名 謙治, 外(SENMYO, Kenji et al.); 〒1010042 東京都千代田区神田東松下町38番地 烏本鋼業ビル Tokyo (JP).  
(81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE

[続葉有]

(54) Title: HOT GAS BLOWING FAN

(54) 発明の名称: 高温ガス送風用ファン



(57) Abstract: A hot gas blowing fan having a completely gas-tight seal mechanism and a cooling mechanism and suitable for recirculating fuel for solid oxide type fuel cell, comprising an impeller (3) cantilevered on a rotating shaft and having heat resistance, a bearing (7) fitted to the rotating shaft, an insulating layer (16) disposed between the impeller and the bearing, and a cooling part (5) disposed between the insulating layer and the bearing, wherein a nonmagnetic partition wall (11) is disposed in a clearance between a fan shaft side magnetic coupler (9) and a motor side magnetic coupler (10) to seal a space surrounding the rotating shaft (6) so as to form a completely gas-tight seal mechanism. The hot gas blowing fan further comprises the cooling mechanism in which the cooling part (5) is used as a heat receiving part (28) and having a heat transfer part (29) and an air-cooled heat dissipating part (30).

WO 2004/070209 A1

[続葉有]



SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

(84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ヨーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU,

添付公開書類:  
— 国際調査報告書

2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

---

(57) 要約:

完全ガスタイトなシール機構と冷却機構とを有する、固体酸化物型等燃料電池の燃料再循環用として好適な高温ガス送風用ファンを提供することを目的とする。

回転軸に片持ち支持された耐熱性を有するインペラ(3)と、該回転軸に装着された軸受(7)と、前記インペラと該軸受との間に配置された断熱層(16)と、該断熱層と前記軸受との間に配置された冷却部(5)とで高温ガス送風用ファンを構成する。

また、ファン軸側磁気継手(9)とモーター側磁気継手(10)との間隙に非磁性隔壁(11)を配置し、回転軸(6)を囲む空間を密閉して完全ガスタイトなシール機構を構成する。

また、前記冷却部(5)を受熱部(28)とし、さらに熱輸送部(29)と空冷熱放散部(30)とからなる冷却機構を構成する。

## 明細書

## 高温ガス送風用ファン

## 技術分野

本発明は、主として固体酸化物型等燃料電池に適用する高温ガス送風用ファンに関する。

## 背景技術

各種熱処理炉や焼成炉においては、炉内ガスを循環あるいは攪拌し、炉内温度の均一化や加熱効率の向上を図る目的で高温ガス送風用ファンが用いられることがある。

固体酸化物型燃料電池においては、発電に必要な作動温度が700～1000°Cであるため、燃料となる水素及び一酸化炭素の供給源である天然ガスや石炭ガスなどの燃料ガスを700～1000°Cに加熱して燃料電池の燃料極に供給している。

この燃料ガスをそのまま燃料極に供給し反応させる方法よりも、高温の燃料ガスを水蒸気と次式のように反応させ純水素を生成する、いわゆる水蒸気改質したうえで燃料極に供給した方が、燃料ガスの反応効率が向上し、発電効率が増大すると指摘されている。



燃料ガスをこのように水蒸気改質するためには燃料ガスを加湿する必要が生じる。しかし工業用水や家庭用の水を用いて加湿すると、それらの水に含まれる不純物が燃料電池本体を汚染あるいは腐食し、燃料電池本体の性能や耐久性に致命的な悪影響をおよぼす。また該不純物を完全に除去するための装置を供給水ラインに設置することは設置スペースや初期投資の面で問題があり現実的でなかった。

固体酸化物型燃料電池においては、燃料ガスが供給される燃料極側に水素と酸素との反応生成物である水が生成する。すなわち前記燃料極に供給される燃料ガスは燃料極で反応する際、同時に前記生成水によって加湿される。該生成水は不

純物を含有していないため、前記の加湿された燃料ガスを循環再利用することができれば、燃料ガスの加湿による水蒸気改質が反応前に可能となり発電効率の増大が実現する。

また燃料極に供給される700～1000℃に加熱された燃料ガスは、燃料極との1回の接触では、反応可能な水素及び一酸化炭素を全て反応させることはできない。燃料ガスを循環再利用することで、燃料ガスを効率良く使用することが可能となると共に、燃料ガスの有する顯熱も再利用可能となり、この点においても発電効率は増大する。

前述の理由から、固体酸化物型燃料電池へ高温ガス送風用ファンを適用し高温燃料ガスを循環させることが真剣に検討されてきた。

一方、高温燃料ガスの温度を熱交換器などによって100℃程度まで下げて、100℃以下であれば使用可能な通常のファンによって燃料ガスを昇圧し、その後該燃料ガスを再び作動温度の700～1000℃に加熱する構成も一応考えられるが、熱損失と熱交換器のコストおよび設置スペースを考えると、この構成も全く現実的ではなかった。

固体酸化物型等燃料電池に高温ガス送風用ファンを適用する場合、次の条件が、満足される必要がある。

- 1) 高温燃料ガスは可燃性であり、燃料電池によっては致死性であるので高温燃料ガスをシステム外に漏らしてはならない。すなわち、回転翼とディスクとからなるインペラとモーターを連結する回転軸の軸封装置が完全ガスタイトであること。
- 2) 燃料電池が僻地での分散電源として使用される場合があることおよび燃料電池システム自体の簡素化のため、ユーティリティは燃料電池システム自体から供給される直流電源以外に使用してはならないこと。そして、この送風用ファンのための電気使用量は発電量の約5%以下であること。
- 3) 一般家庭や小規模集合住宅に分散電源として設置されるため、送風用ファンはコンパクトであること。
- 4) 初期投資額が小さいこと。具体的には燃料電池システムの販売価格の3%以下が望ましい。

5) 高温燃料ガスの結露防止のため、高温燃料ガスに晒される部分の温度を常に露点温度以上とすること。

6) インペラの破損、変形防止のため、回転中のインペラに破損、変形の原因になり得る大きさの異物が衝突しないこと。

上述したように、固体酸化物型等燃料電池において、高温燃料ガスを外部に漏洩させないことは、安全面および経済性の観点から重要である。

従来高温ガス送風用ファンの軸封方法としては、断熱層と軸受との間に配設された冷却部と軸受との間に第一の軸封装置を回転軸に挿通して設け、且つ回転軸の低温側に装着された第二の軸受と回転軸の軸端に設けられた軸継手との間に第二の軸封装置を回転軸に挿通して配置する方法が一般的である。第一、第二の軸封装置としては、グランドパッキン、オイルシール、Oリング、ラビリング、メカニカルシールなどが使用されている。

これらの軸封装置の内、グランドパッキン、オイルシール、Oリングについては、ゴム、合成樹脂を素材としているため、ガス性状、温度に敏感で、数年に渉る寿命は期待できない。特に固体酸化物型等燃料電池においては、燃料である高温燃料ガスが水素や一酸化炭素を含有しているため還元性が強く、これらゴム、合成樹脂系のシール技術は信頼性が乏しい。

ラビリング、メカニカルシールについては、内部プロセスガスを外部に漏洩させないため、常時バージガスで押し返す必要があり、バージガスの内部プロセスガスへの混入が避けられない。固体酸化物型等燃料電池においてはプロセスガスの純度が燃料電池の性能上非常に重要であり、一般にはバージガスの混入は許されない。固体酸化物型等燃料電池の場合、バージガスを使用するとすれば、窒素やヘリウム等の高価な不活性ガスが用いられるものと考えられるが、ユーティリティコストが増大し、その結果発電単価が上昇する。また一般家庭や小規模集合住宅に分散電源として設置される固体酸化物型等燃料電池の場合、バージガスのボンベのスペース、安全管理、補給等の問題が発生し現実的でない。

前述の通り、電源以外のユーティリティを使用せず、コンパクトで簡便な完全ガスサイトの軸封装置は現実的に存在しなかった。

インペラを片持ち式に支持するよう回転軸に装着された軸受を長期間良好な状

態で使用し得る軸受部耐熱温度は、軸受の潤滑に使用されるグリスなどの潤滑材の耐熱温度の制約により約100℃とされており、インペラから回転軸を通じて、更にインペラと軸受との間に配置される断熱層を通じて伝熱される熱流束を抜熱し、軸受部温度を所定温度以下に冷却する必要がある。ここで言う抜熱とは熱流束を受熱し熱放散することを言う。

その手段として、従来の高温ガス送風用ファンにおいては、高温ガスと直接接觸するインペラと軸受との間に、回転軸と同軸且つ非接觸の状態で、更に軸受の外輪と直接接觸する状態で水冷ジャケットを設け、該水冷ジャケットに例えば30℃以下に冷却された冷却水を供給して水冷ジャケット表面温度を例えば50℃以下に維持し回転軸を輻射冷却し、且つ軸受を水冷ジャケットと軸受外輪との間の熱伝導で冷却する方法が一般的に採用されている。また、回転軸および軸受に例えば30℃以下に冷却された潤滑油を直接接觸させることにより、潤滑しながら抜熱する方法がとられることがある。

しかしながら、これら従来の冷却方法においては、抜熱媒体である水あるいは潤滑油を循環供給させるためのポンプなどの装置と該抜熱媒体を冷却する冷却装置およびそれらの装置をつなぐ配管が必要なため全体システムが複雑となり、設置スペースのコンパクト化の妨げとなる欠点を有しており、特に一般家庭や小規模集合住宅などに分散電源として設置される固体酸化物型燃料電池においては高温ガス送風用ファン導入の大きな阻害要因であった。

天然ガスなどを燃料とする固体酸化物型燃料電池においては、燃料ガス、すなわちプロセスガスの露点は約70℃であるため、上記のように温度の低い水や潤滑油などの抜熱媒体を利用すると、過冷却となり水冷ジャケットなどの冷却部近傍で結露が生じ、水分の凝縮から派生する腐食、汚染物質の溶出、飛散などにより燃料電池本体が劣化し、燃料電池の性能や耐久性に致命的な悪影響をおよぼす問題があった。

また抜熱媒体である水や潤滑油の劣化に対する対応や減量分の補給などの必要もあり、例えば24時間×365日×3年間ノーメンテナンスでの連続運転などは実現困難と考えられていた。

更に、抜熱媒体を循環供給するポンプなどの装置の電源が停電したり、該装置

自体が故障して抜熱媒体の供給が停止した場合、電気的な制御機構等により高温ガスの加熱を停止するなどの措置が取られるが、装置内部の700～1000℃の高温ガスや高温に加熱された断熱材の保有熱量によって、軸封装置や軸受が致命的な損傷を受ける可能性がある。

またシール構造は現実的でなくなるが、概念的には冷却扇を用いて回転軸及び軸受を直接空冷する方法も考えられるが、抜熱の能力を表す熱伝達率が水の場合1000～3000w/m<sup>2</sup>Kであるのに対し、空気の場合10～30w/m<sup>2</sup>Kと非常に小さい。水冷と同等の冷却効果を空冷で実現するには抜熱部の面積を水冷の場合の約100～300倍とする必要があり、回転軸や軸受周辺の限られたスペースに該抜熱部を設置することは実現困難であった。

固体酸化物型等燃料電池に高温ガス送風用ファンを適用する場合、コスト面および設置スペースの面の制約から、大きいインペラを低速回転で回すより、小さいインペラを高速で回して風量、風圧などの仕様を満足する必要がある。しかし、高速で回転するインペラに異物などが衝突すると、インペラの破損あるいは変形の原因となる場合がある。

例えばインペラ材質に炭化珪素を使用し、インペラ外周での周速が205m/秒で運転した場合、衝突してもインペラが破損しない、許容される異物の粒径を実験により求めると1mm以下となる。すなわち前記条件の場合1mmより大きな粒径の異物をスクロールの吸い込み口から吸い込まないようにするための集塵装置が必要となる。

従来、高温送風用ファンの用途は非常に限定され、特に異物の飛来ということを考える必要のない用途であったため、耐熱性を有し、低コストで設置スペースも小さいことが要求される高温ファン用集塵装置は現実的に存在しなかった。

このような理由から、前述の固体酸化物型等燃料電池に高温ガス送風用ファンを適用するための条件を同時に満たす技術の実現は困難であった。

本発明の目的は、前述の従来技術の問題点を解決し、固体酸化物型等燃料電池に好適な高温ガス送風用ファンを提供することにある。

本発明は、上記目的を達成するためになされたもので、次の高温ガス送風用ファンを提供する。

(1) 回転軸に片持ち支持された耐熱性を有するインペラと、該回転軸に装着された軸受と、前記インペラと該軸受との間に配置された断熱層と、該断熱層と前記軸受との間に配置された冷却部とで構成される高温ガス送風用ファンにおいて、前記回転軸のインペラとは反対側の軸端に磁気継手の対の第1の継手体が配設され、該第1の継手体と駆動用モーター軸の軸端に装着された前記磁気継手の対の第2の継手体との間に非磁性隔壁が配設され、前記回転軸を囲む空間が該非磁性隔壁とケーシングとで外界から遮断密閉されていることを特徴とする高温ガス送風用ファン。

(2) 前記密閉空間に不活性ガスを封入する上記(1)の高温ガス送風用ファン。

(3) 回転軸に片持ち支持された耐熱性を有するインペラと、該回転軸に装着された軸受と、前記インペラと該軸受との間に配置された断熱層とで構成される高温ガス送風用ファンにおいて、前記断熱層と前記軸受との間に配設された受熱部と、ケーシングの外側に設けられた空冷熱放散部と、前記受熱部と前記空冷熱放散部を連結する熱輸送部とからなる空冷機構を備えたことを特徴とする高温ガス送風用ファン。

(4) 前記受熱部と前記熱輸送部とが一体のサーモサイフォンヒートパイプである上記(3)の高温ガス送風用ファン。

(5) 上記(1)の冷却部が前記断熱層と前記軸受との間に配設された受熱部と、前記ケーシングの外側に設けられた空冷熱放散部と、前記受熱部と前記空冷熱放散部を連結する熱輸送部とからなる空冷機構である高温ガス送風用ファン。

(6) スクロールの吸い込み口に慣性集塵装置を設けた上記(1)～(5)のいずれかに記載の高温ガス送風用ファン。

(7) 固体酸化物型等燃料電池用である上記(1)～(6)のいずれかに記載の高温ガス送風用ファン。

#### 図面の簡単な説明

図1は、本発明の実施例を示す高温ガス送風用ファンの側面断面図である。

図2は、本発明の第二の実施例を示す高温ガス送風用ファンの側面断面図である。

図3は、本発明の第三の実施例を示す高温ガス送風用ファンの側面断面図である。

図4は、本発明の第四の実施例を示す高温ガス送風用ファンの側面断面図である。

図5は、図4のP矢視図である。

図6は、本発明の第五の実施例を示す高温ガス送風用ファンの平面断面図である。

図7は、図6のQ矢視図である。

図8は、図7のX-X断面図である。

図9は、本発明の第六の実施例を示す高温ガス送風用ファンの側面断面図である。

図10は、本発明の第七の実施例を示す高温ガス送風用ファンの側面断面図である。

図11は、従来の高温ガス送風用ファンを示す側面図である。

#### (符号の説明)

- 1：スクロール、 2：スクロール吸い込み口、 3：インペラ、
- 4：スクロール吐き出しき、 5：冷却部、 6：回転軸、
- 7：軸受、 8：外部保温層、 9：ファン軸側磁気継手、
- 10：モーター軸側磁気継手、 11：非磁性隔壁、 12：ケーシング、
- 13：取付フランジ、 14：冷却水入側配管、 15：冷却水出側配管、
- 16：断熱層、 17：第二の軸受、 18：ファン軸側磁気継手に設けられた永久磁石、 19：モーター軸側磁気継手に設けられた永久磁石、
- 20：Oリング、 21：背板カラー、 21a：背板、
- 21b：カラー、 22：断熱スペーサ、 23：モーター、
- 24：背面組合せアンギュラ軸受、 25：バージガス入口、
- 26：バージガス出口、 27：軸封装置、 28：受熱部、
- 29：熱輸送部、 30：空冷熱放散部、 31：冷却扇、
- 32：フィン、 33：蒸発部、 34：熱輸送パイプ、 35：封入水、
- 36：遮蔽、 37：開口部、 38：遮蔽支持部材、
- 39：第一の軸封装置、 40：第二の軸封装置、 41：軸継手、
- 42：バージガス入り口

### 発明を実施するための最良の形態

以下、本発明の実施例を図面に従って説明する。図1は本発明の実施例に係わる高温ガス送風用ファンの側面断面図であり、1はスクロール、2はスクロール吸い込み口、3はインペラ、4はスクロール吐き出し口、5は冷却部、6は回転軸、7は軸受、8は外部保温層、9はファン軸側磁気継手、10はモーター軸側磁気継手、11は非磁性隔壁、12はケーシング、13は取付フランジ、14は冷却水入側配管、15は冷却水出側配管、16は断熱層、17は第二の軸受、18はファン軸側軸継手9に設けられた永久磁石、19はファン軸側軸継手に設けられた永久磁石18に相対峙してモーター軸側磁気継手10に設けられた永久磁石、20はOリング、21は背板カラー、21aは背板、21bはカラー、22は断熱スペーサ、23はモーターを示す。

図1において、高温ガスはスクロール1の吸い込み口2から吸い込まれ、回転翼とディスクからなるインペラ3の回転により昇圧されて吐き出し口4から吐き出されるため、インペラ3の温度は高温ガス温度と同等の例えば700°C以上の温度レベルに達する。そのような高温下で高速回転するため、特にインペラ3の回転翼の根元部分に大きな遠心応力が発生する。

また、固体酸化物型燃料電池の場合の高温ガスである高温燃料ガスは、体積比で30～50%の水蒸気を含有するため、高温水蒸気酸化による材料強度の劣化に対する配慮も必要となる。

よって高温ガスと直接接触するインペラ3が、あるいはインペラ3及び回転軸6が、高温強度が高く高温水蒸気酸化に対する耐性に優れる材料で構成される必要がある。本実施例においてはFe-Ni-Cr系合金であるインコロイ（登録商標）800Hをインペラ3及び回転軸6に採用しているが、Ni-Cr-Co系合金などが使用される場合もある。またより好ましくは、気孔率が10%以下の緻密質の炭化珪素や窒化珪素やサイアロンなどのセラミックスが採用される。

冷却部5は本実施例においては水冷ジャケットであり、回転軸6と同軸且つ非接触の状態で、更に軸受7の外輪と直接接触する状態で配置される。本実施例においては該水冷ジャケットに例えば70°Cの冷却水を供給して水冷ジャケット表

面温度を高温ガスの露点 70℃以上の場合例えば 80℃に維持して回転軸 6 を輻射冷却し、且つ軸受 7 を熱伝導で冷却しているので、内部で結露も発生せずしかも軸受 7 は許容温度以下に保たれるので長期に亘って安定的に使用される。供給冷却水の温度は運転時のプロセスガスの露点温度よりも高いことが好ましいが、より好ましくは供給冷却水の温度は運転時のプロセスガスの露点温度よりも 5℃以上高く設定されている。また本実施例は回転軸 6 が鉛直でインペラ 3 が上方に、モーター 23 が下方に設置される配置としているため、水冷ジャケットの冷却水通路の上方部に気泡が残留し、該気泡残留部における冷却能が低下する場合があるので、前記冷却水通路の上方部には図示せぬ気泡抜きを設置している。

冷却水は図示せぬポンプにより循環供給され、図示せぬ冷却装置によって 70℃まで冷却されている。

背板カラー 21 は、インペラ 3 の回転部分の背面を覆う背板 21a と、回転軸 6 と同軸且つ非接触の状態で配置されたカラー 21b とから構成されている。背板 21a とカラー 21b はインロー接合等と図示していない中心保持機構とによって、互いに連結されかつ夫々が共通の中心を保ちつつ熱膨張できるようになっている。背板 21a はスクロール 1 と共に該高温ガス送風用ファン内部の高温ガスの流路を形成する。断熱層 16 の材質はセラミックスファイバーなどが使用されるが、背板カラー 21 は、該セラミックスファイバーの高温ガス流路への飛散を防止する。背板カラー 21 は冷却部 5 に固定されているが、背板カラー 21 と冷却部 5との間には断熱スペーサ 22 が配置されている。背板 21a は、高温ガスと直接接触するため、高温ガスと同等の温度レベルに達する。カラー 21b は背板 21a と一体化されており、更に冷却部 5 との間に存在する断熱スペーサ 22 により冷却部 5 からの冷却効果を遮断しているため、背板 21a の温度に近い温度レベルとなる。これによって、背板 21a とカラー 21b の温度差による熱変形が防止されると共に燃料電池システムの熱損失低減が可能となる。

背板 21a、カラー 21b の材質は、高温強度と高温水蒸気酸化に対する耐性を有するステンレス鋼や耐熱鋳鋼やセラミックスが使用されるが、本実施例においては SUS 316 を使用している。断熱スペーサ 22 の材質は、コージエライトやチタン酸アルミなどの低熱伝導セラミックスが使用される。本実施例において

てはコージエライトを使用している。また、カラー 21b の材質を低熱伝導セラミックスとし断熱スペーサ 22 の機能を併せ持たすことも可能である。

回転軸 6 のインペラ 3 と反対側の軸端には、対をなす磁気継手の第 1 の継手体であるファン軸側磁気継手 9 が取り付けられている。モーター軸の軸端には第 1 の継手体と対向した形で第 2 の継手体であるモーター軸側磁気継手 10 が取り付けられている。ファン軸側磁気継手 9 とモーター軸側磁気継手 10 との間には、磁力と伝達トルクとの関係から定められる 3 ~ 10 mm 程の間隙が設けられている。前記間隙には通気性を持たぬ、例えばプラスチック、非磁性セラミックス、ペークライト等の材料からなる非磁性隔壁 11 が配置され、非磁性隔壁 11 とケーシング 12との取り付け部には O リング 20 やパッキンなどのシール材が配置されている。ここで云うケーシング 12 は、第二の軸受 17 と非磁性隔壁 11 を支持している構造体である。しかし、本発明においてケーシングというときは、冷却部 5 および後述する受熱部 28 (図 4 参照) の外側の構造体をも含んでいる。ケーシング 12 と取付フランジ 13 及びスクリール 1 と取付フランジ 13 はフランジ接続されており、各々の接続面には図示せぬ O リングやパッキンなどのシール材が設けられている。冷却水入り側配管 14 及び冷却水出側配管 15 と取付フランジ 13 との間にも図示せぬシール装置が設けられている。ファン軸側磁気継手 9 に使用される永久磁石 18 、モーター軸側磁気継手 10 に使用される永久磁石 19 は熱安定性、耐食性に優れる希土類コバルト磁石が好ましい。

前述の構成により、ケーシング 12 と非磁性隔壁 11 とによる密閉空間が構成される。前記密閉空間の中でケーシング 12 と非磁性隔壁 11 におけるシール部分は、固定部品同士のシールであり温度的にも充分冷却されているので、O リングやパッキンおよび液体パッキンなどの安価なシール材で完全ガスタイトのシールが可能となる。

すなわちケーシング 12 と非磁性隔壁 11 で密閉空間を作ることにより、常時バージガスを使用することなく、高温ガス送風用ファンは外の雰囲気に対して完全ガスタイトとなる。

高温ガスが可燃性である場合、高温可燃性ガスが該密閉空間内に侵入し、該密閉空間内の空気と混合することになる。該密閉空間の容積は例え燃焼が発生して

も、発熱量が周囲への熱放散に比して十分小さいよう設計上の配慮をしてある。高温可燃性ガスの圧力が何らかの原因により前記密閉空間の圧力より低くなる場合には、該密閉空間内の空気がプロセス中に漏洩し局部燃焼を起したり、高温可燃性ガスへの若干の汚染をもたらす可能性があるが、該密閉空間の容積を最小限に抑えることで十分対処可能である。

高温ガス送風用ファンを固体酸化物型等燃料電池に適用した場合、プロセスを停止する時、操業中 700～1000℃に加熱されたプロセスガスである高温燃料ガスの加熱を停止して温度を下げる。その際、プロセス本体は熱容量が大きいため温度が徐々に低下し、かつ内部ガスが非凝縮性の窒素、空気等で置換されるので水分が凝縮することはない。しかし、ケーシング 12 は熱容量が小さいため外気にケーシング 12 が露出した設計であれば、該ケーシング全体の温度が急速に下がり、密閉空間ゆえに置換されにくい水蒸気を含有する残留プロセスガスの温度も急速に低下する。ケーシング外壁にライニングされた外部保温層 8 はこのような懸念をなくすために設けられている。すなわち、セラミックスファイバーなどの断熱材で構成される外部保温層 8 は、ケーシング 12 の外周部に装着され、ケーシング外部の雰囲気による冷却を大幅に緩和するため、前記密閉空間内で水分が凝縮することはない。

図 2 は本発明の第二の実施例を示す側面断面図で、図 1 の第二の軸受 17 を削除し、軸受 7 を背面組合せアンギュラ軸受 24 に変更したものである。図 1 と本実施例の説明で使用しない同じ部品については符号を割愛してある。

背面組合せアンギュラ軸受 24 は、1 組の軸受で両方向のアキシャル荷重、ラジアル荷重、モーメント荷重を同時に受けることができるため、第二の軸受が不要となる。本実施例によれば、図 2 に示されるように、背面組合せアンギュラ軸受 24 とファン軸側磁気継手 9 までの距離が短くなり、非磁性隔壁 11 とケーシング 12 とで構成する密閉空間の体積が大幅に小さくなる。該密閉空間の体積が小さくなることで、前記高温可燃性ガスが該密閉空間に拡散侵入し、該密閉空間内の残留空気と混合し、例え燃焼が発生したとしても、発熱量が小さいため瞬時に熱放散するため、問題となるような内部の圧力上昇は起こらない。また、固体酸化物型等燃料電池システムにとって特に重要な、コンパクト化、低コスト化も

促進される。背面組合せアンギュラ軸受24は、1個の複列アンギュラ軸受にしてもよい。

図3は本発明の第三の実施例を示す側面断面図で、図1に軸封装置27とバージガス入口25およびバージガス出口26を追加したものである。図1と本実施例の説明で使用しない同じ部品については符号を割愛してある。

図3において、ケーシング12と非磁性隔壁11で構成する密閉空間内には、バージガス入口25とバージガス出口26とが設けられている。

高温ガス送風用ファンの運転開始前に、バージガス入口25とバージガス出口26とを用いて前記密閉空間内の空気を全て外に排出し、バージガス入口25とバージガス出口26をシールすることで前記密閉空間内に不活性ガスを封入することができる。軸封装置27はバージガスである不活性ガスの使用量低下や、不活性ガスのプロセス内への混入に伴う問題回避のために有効である。

前記密閉空間内に不活性ガスを封入しておくことで、この空間内で高温可燃性ガスの燃焼あるいは爆発を起こす危険性は全くなくなる。更にケーシング12内部における結露の可能性もなくなる。

前述の通り、ケーシング12と非磁性隔壁11で構成する密閉空間内に不活性ガスを封入することにより、水分を含む可燃性の高温ガスの場合でも完全ガスタイトで燃焼あるいは爆発の危険性及び結露の全くない高温ガス送風用ファンを得ることが可能となる。

図3において軸封装置27をグランドパッキンとしているが、Oリング、ラビリングス、オイルシールなども使用可能である。非磁性隔壁11の材質は渦電流発生によるトルク伝達効率の低下を防ぐため非磁性である必要がある。図1～図3では非磁性隔壁11の材質として例えばバークライト板を使用した。前述の不活性ガスは窒素ガス、アルゴンガス、ヘリウムガスなどが好ましい。

図4は本発明の第四の実施例を示す側面断面図であり、1はスクロール、3はインペラ、6は回転軸、7は軸受、27は軸封装置、9はファン軸側磁気継手、10はモーター軸側磁気継手、11は非磁性隔壁、12はケーシング、16は断熱層、28は受熱部、29は熱輸送部、30は空冷熱放散部、31は冷却扇を示している。図5は図4のP矢視図で、受熱部28、断熱層16、フィン32を断

面で示している。29は熱輸送部、30は空冷熱放散部、31は冷却扇を示している。

受熱部28は高温ガスと直接接触するインペラ3と軸受7との中間領域に、回転軸6と同軸且つ非接触の状態で配置され、回転軸6を通じて熱伝導される熱流束を輻射伝熱と対流熱伝達で回転軸6から直接受熱するとともに、軸封装置27及び軸受7を通じて熱伝導にて受熱する。更にインペラ3と軸受7との間に配置される断熱層16を通じて熱伝導される熱流束を受熱する。受熱部28の材質は熱伝導率の高い銅もしくは銅合金、アルミもしくはアルミ合金であることが好ましい。熱輸送部29の機能は受熱部28で受熱した熱量を効率良く空冷熱放散部30に熱輸送することである。よって熱輸送部として、熱伝導率の高い銅もしくは銅合金、アルミもしくはアルミ合金の無垢棒が使用される場合もあるが、本実施例では等価熱伝導率が銅の熱伝導率の数10～数1000倍であり高い熱輸送力を有するヒートパイプを採用した。

ヒートパイプの容器材質は銅、鉄、ステンレス鋼、アルミニウムなどがあり、容器に封入される作動液体は、水、ナフタリン、ダウサム-A、メタノール、アンモニア、アセトン、フロン-12などがあり、数々の組合せが適用できるが、本実施例では容器材質として銅を使用し、封入される作動液体は水を使用している。前述の銅と水との組合せからなるヒートパイプの使用温度領域は20～250℃であり、軸受温度を100℃以下に冷却することを目的とした本実施例においては好ましく使用できる。ヒートパイプによる抜熱は減圧下で封入された作動液体の蒸発潜熱を利用している。該作動液体として採用した水の蒸発潜熱は2.2J/kgと前述した他の作動液体の中では最大であることから、非常に高い熱輸送能力を発揮する。

ヒートパイプの本数は必要抜熱量とヒートパイプの最大熱輸送量とから算出し決定する。受熱部28と熱輸送部29を構成するヒートパイプとの接合部は、受熱部28で受熱した熱量を効率良くヒートパイプに伝熱するため接合面積は極力大きくとることが好ましい。また該接合部における接触熱抵抗を減らすため、ヒートパイプを受熱部28に設けられたヒートパイプ取り付け穴に圧入して有効接觸面積を大きくすることが好ましい。また圧入の際、高熱伝導グリスをヒートパ

イプ表面に塗布することも好ましい。またヒートパイプのパイプ材を予め受熱部28にロウ付けもしくは溶接し、その後該パイプ中に水などの作動流体を封入すればさらに好ましい。

空冷熱放散部30は多数のフィン32からなるヒートシンクで構成されている。ヒートパイプにおいては、ヒートパイプ内の作動液体である水が受熱部28において蒸発し、これが水蒸気分圧の差で空冷熱放散部30に移送され、空冷熱放散部30で凝縮した水がウィック等による毛細管現象や重力によって再び受熱部28に還流するので、ウィック等の有無に関らず空冷熱放散部30は受熱部28よりも上方に配置されることが好ましい。

水冷の熱伝達率は空冷の場合の100～300倍であるため、水冷と同等の冷却能力を得るために、フィン32の総表面積は従来技術である水冷式の水冷シャケット部抜熱部面積の100～300倍以上であることが望ましい。またヒートパイプは曲げ加工も可能であるので、受熱部28の直上に空冷熱放散部30を配置できぬ場合でも、ヒートパイプを任意に曲げることで空冷熱放散部30を、受熱部28よりも相対位置が上方で、且つ充分な放熱面積を得られる適切な位置に配置することが可能である。

フィン32とヒートパイプとは、ヒートパイプによって輸送された熱が全てのフィンに均一に熱伝導で伝わるように該フィンの略中央部をヒートパイプが貫通して接合されている。空冷熱放散部30を構成するフィン32の表面から空気による対流熱伝達で、受熱部28で受熱し熱輸送部29にて輸送された熱流束が大気に放散される。空冷熱放散部30に冷却扇31を取り付け、フィン32を強制空気冷却、すなわち空冷すれば対流熱伝達率が増大し冷却能力が向上するのでフィン32の総表面積を減少させることができる。

空冷熱放散部30を形成するフィン32の材質は熱伝導率の高い銅もしくは銅合金、アルミもしくはアルミ合金であることが望ましい。

本実施例においては、高温ガス温度が850℃である。これに対しフィンの総表面積を0.2m<sup>2</sup>とし、冷却扇を用いて20℃の空気を流速5m/secでフィンの間を通したところフィン表面の対流熱伝達率は12w/m<sup>2</sup>Kとなった。その結果、フィンの平均温度は60℃、受熱部平均温度は80℃となり初期の目標温度であ

る100℃以下を達成した。本実施例における抜熱量は96Wと算出されるが、受熱部28の温度分布をより均一化するため、最大熱輸送量100Wのヒートパイプを2本使用した。

前述の通り、冷却扇31の使用により冷却能力は向上するが、冷却扇による強制空冷なしでも、周囲の大気の自然対流による冷却が可能である。前述の本実施例において冷却扇を使用しない場合、フィン表面の自然対流熱伝達率は8W/m<sup>2</sup>Kとなった。その結果、フィンの平均温度は80℃、受熱部平均温度は100℃となつた。

固体酸化物型燃料電池の場合、高温ガス送風用ファンの駆動用モーター23及び冷却扇31の電源は該燃料電池自体で発電する直流電源が使用される。何らかの理由で該燃料電池の運転が急停止し、ファン駆動用モーター及び冷却扇の運転が停止しても前述の通り、自然対流熱伝達による冷却は継続するため、軸受7や軸封装置27の過熱を防ぐことが容易にできる。

本実施例における高温ガスの露点は70℃である。本実施例においては受熱部平均温度が80℃と露点より高いため、受熱部28近傍での結露はない。

しかし、空冷熱放散部30にて空冷する外気温度が著しく低い場合、受熱部28の温度が露点より低くなり受熱部28近傍で結露する可能性がある。その場合、結露した水滴が断熱層16に浸透し断熱性能が劣化したり、水滴が高温状態の回転軸6あるいはインペラ3に接触し、インペラ3から回転軸6に至る温度勾配を変化せしめ、インペラ3や回転軸6に過度の熱応力が発生し、インペラ3や回転軸6の破断や熱変形の原因となる可能性がある。

しかし、ヒートパイプを適切に設計・製作することにより、この問題は好ましく回避できる。すなわち、ヒートパイプは、容器内に所定の減圧下で密封された作動液体が蒸発する際の蒸発潜熱で抜熱する機能であるため、所定の減圧下における作動液体の沸点よりも低温には冷却できない。したがって、作動液体の沸点が露点よりも高くなるように、作動液体を封入する際の圧力を調整しておけば、受熱部28近傍における結露を防止することが可能となる。

本実施例は、ファン軸側磁気継手9とモーター軸側磁気継手10との間隙に非磁性隔壁11を配置し、回転軸6を囲む空間を非磁性隔壁11とケーシング12

とで外界から遮断密閉すると共に、受熱部28と熱輸送部29と空冷熱放散部30からなる空冷機構を有している。

すなわち本実施例によれば、固体酸化物型燃料電池で使用する高温可燃性ガスを完全にシールすることができ、且つ、空冷により軸受などの冷却が可能となり、燃料電池システム自体で発電する電源のみで運転可能となると共に、冷却水ポンプや冷却水用冷却機構などが不要となり、固体酸化物型燃料電池に適用するための条件を満足する高温ガス送風用ファンを得ることが可能となる。

本発明において高温ガス送風用ファンの回転軸および軸受などは、このように受熱部28と熱輸送部29と空冷熱放散部30からなる空冷機構で好ましく冷却できる。この空冷機構は、図1に例示した高温ガス送風用ファンの冷却部5に対しても適用可能であり、水冷ジャケットによる水冷機構を該空冷機構で代替することができる。

図6は本発明の第五の実施例を示す平面図であり、スクロール1、蒸発部33、熱輸送パイプ34、軸受7、軸封装置27、断熱層16、前記蒸発部33よりも上方に配置された空冷熱放散部30、フィン32を断面で示している。図7は図6のQ矢視図で、スクロール1、蒸発部33、軸受7、軸封装置27、断熱層16、ケーシング12、封入水35を断面で示している。34は熱輸送パイプを、31は冷却扇を示す。図8は図7のX-X断面図である。

蒸発部33の内部には二重円筒状の空間が設けられている。熱輸送パイプ34は中空のパイプであり、空冷熱放散部30側の端部は密閉され、蒸発部33側の端部は開放で蒸発部33内部の前記空間に連通され、熱輸送パイプ34と蒸発部33との接合部は密閉シールされている。すなわち蒸発部33内部の空間と熱輸送パイプ34内部とは一体化された空間を形成している。該一体化された空間には所定の減圧下で前記二重円筒の内筒部分全体が没する程度に水35が封入され、所謂ウィックのない2相流サーモサイフォンヒートパイプを形成している。

蒸発部33が高温ガスからの熱流束を受熱し温度上昇すると、減圧下の水35が例えば50℃で蒸発し、その際の蒸発潜熱により蒸発部33で受熱した熱流束を抜熱する。水蒸気は蒸発部内部の空隙と熱輸送パイプ内部とで一体化された空隙の中を上昇し空冷熱放散部30に到達し冷却され凝縮する。凝縮する際に輸送

した熱量を空冷熱放散部30に受け渡す。空冷熱放散部30にて冷却され凝縮した水は重力によって元の蒸発部33に戻る。空冷熱放散部30の機能、構成は第四の実施例のものと同じである。

蒸発部33は二重円筒の内筒部分が軸受7及び軸封装置27を保持するハウジングとなっている。上述したように該内筒部分は蒸発部33に封入する水中に没しているため、この部分の温度は極力均一に保たれ、熱歪が発生することなく、正常な回転、軸封機能が確保されている。

第四の実施例は、ヒートパイプによる熱輸送部29と受熱部28が一体化されておらず、受熱部28と熱輸送部29との間に熱抵抗が存在するのに対し、第五の実施例は蒸発部33と熱輸送パイプ34が一体化されサーモサイフォンヒートパイプが形成されており両者間に熱抵抗が存在しないため、蒸発部温度は第四の実施例の受熱部温度よりも低温となる。

第四の実施例と同じ条件下で第五の実施例による蒸発部温度を実測したところ、第四の実施例では80℃であった受熱部平均温度が、第五の実施例の蒸発部平均温度は75℃であった。

図9は本発明の第六の実施例を示す側面断面図であり、1はスクロール、2はスクロール吸い込み口、36は遮蔽、37は開口部、38は遮蔽を支える支持部材を示す。

固体酸化物型等燃料電池に高温ガス送風用ファンを適用する場合、コスト面および設置スペースの面の制約から、大径のインペラを低速回転で回すより、小径のインペラを高速で回して風量、風圧などの仕様を満足する必要がある。しかし、高速で回転するインペラに異物などが衝突すると、インペラの破損あるいは変形の原因となる場合がある。

よってインペラの破損や変形の原因となり得る大きさの異物をスクロールの吸い込み口2から吸い込まないようにするための集塵装置が必要となる。

高速回転するインペラ3に対して、どの程度の大きさの異物が衝突すると折損や変形などの悪影響を与えるかについては、インペラ外径の周速すなわち最大衝突速度と異物の粒径との関係を実験などによって明らかにすることで求められる。

上記実験などにより、ファンの使用最高回転数に対応する異物の許容粒径が判

明すれば、該許容粒径を有する異物の終末沈降速度が算出される。

高温ガス送風用ファンが、天井から炉内に鉛直下向きに設置される場合は、スクロール吸い込み口2の内径寸法を、該吸い込み口を通過する高温ガスの流速が前記終末沈降速度より小さくなるように設定しておけば、インペラ3の破損や変形の原因となり得る異物を吸い込むことは無い。

一方、高温ガス送風用ファンが炉底より鉛直上向きに設置される場合や、側壁から炉内に水平に設置される場合は、前記吸い込み口を通過する高温ガスの流速を前記終末沈降速度より小さくなるように設定すると共に、上方からインペラ3への異物の落下に対しても対策する必要がある。

図9は、高温ガス送風用ファンが炉底より鉛直上向きに設置される場合を示しており、高温ガスは開口部37を通過してスクロール吸い込み口2から吸い込まれる。高温ガスが開口部37を通過する際の通過流速Vsは、ファンの吸い込み風量と開口部面積とから決まる。

前記許容粒径を有する異物が上方から前記終末沈降速度Wsで、遮蔽36の外径ぎりぎりをかすめて通過した場合、開口部37の高さHを通過する際、前記高温ガスの通過流速Vsによって開口部方向に流される距離Lは次式で表される。

$$L = H \times V_s / W_s$$

遮蔽36の外径寸法Dはスクロール吸い込み口2のd1寸法に対して、次式を満たすように大きくしているので、前記許容粒径よりも大きな粒径の異物は吸い込まない。またスクロール吸い込み口2の真上から落下する異物も、スクロール吸い込み口2に侵入することもない。

$$(D - d_1) / 2 > L$$

前述の通り、遮蔽36と遮蔽36を支える支持部材38からなる非常に簡単な慣性集塵装置をスクロール吸い込み口2に設置することで、異物の吸い込みや侵入によるインペラの破損や変形を防ぐことが可能となる。

本実施例においてインペラ外径の周速は205m/秒であり、実験によりインペラ材質である炭化珪素の破損原因となり得る異物の重量は0.001gである。本実施例で想定される異物は比重2.3g/cm<sup>3</sup>の不定形耐火物であるので、許容粒径は1mmと算出される。

終末沈降速度  $W_s$  を算出する式は次式で表される。(出展: 1979年日本機械学会発行「管路・ダクトの流体抵抗」170頁 式(11・4)、式(11・7)より)

$$W_s = \{ 4 \times \{ (\rho_s / \rho_a) - 1 \} \times g \times d_s / 3 / C_d \}^{1/2} \quad 0.5$$

$$C_d = 1.1 / R_e^{1/4} \quad 0.5$$

ここで  $\rho_s$  は異物の密度、 $\rho_a$  は高温ガス密度、 $d_s$  は許容粒径、 $R_e$  はレイノルズ数を示す。上式に諸数値を代入して終末沈降速度  $W_s = 8.1 \text{ m/s}$ を得た。本実施例における吸い込み風量は  $15 \text{ m}^3/\text{分}$  であり、スクロール吸い込み口 2 の  $d_1$  寸法は  $0.2 \text{ m}$ 、開口部  $37$  の高さ  $H$  は  $0.1 \text{ m}$  とした。

前記  $d_1$ 、 $H$  の値から高温ガスの通過流速は  $V_s = 4 \text{ m/s}$  と算出され、前記  $L$  は  $0.05 \text{ m}$  と算出される。よって遮蔽 36 の外形寸法  $D$  は  $0.3 \text{ m}$  以上の外径寸法が必要となるため  $D = 0.35 \text{ m}$  とした。

高温ガス送風用ファンが固体酸化物型等燃料電池に適用された場合、プロセス制御の異常などにより、高温可燃性ガスがプロセス内で局部燃焼する場合がある。そのような場合、局部燃焼による火炎が直接インペラに接触したり、火炎からの輝炎輻射によりインペラが過熱されることで、インペラに過大な熱応力が発生し、破損や変形の不具合が生じる可能性がある。

そのような場合でも、スクロール吸い込み口 2 に遮蔽 36 を設置しておくことで、インペラへの火炎の接触や、輝炎輻射による過熱を防ぐことが可能となる。遮蔽 36 は、板構造ばかりではなく、パイプ等によるグリッド構造、耐熱金網のように熱容量の大きいものがより好ましく使用される。

このように前記遮蔽 36 を熱応力対策に使用する場合は、高温ガス送風用ファンが鉛直下向きに設置された場合も、水平に設置された場合にも有効である。

図 10 は本発明の第七の実施例を示す側面断面図であり、1 はスクロール、2 はスクロール吸い込み口を示す。

図 10 は、高温ガス送風用ファンが側壁から炉内に水平に設置される場合を示している。スクロール吸い込み口 2 の内径寸法  $d_2$  を、高温ガスがスクロール吸い込み口 2 を通過する際の通過流速  $V_c$  が前記許容終末沈降速度  $W_s$  より小さくなるように設定し、且つ、スクロール吸い込み口 2 の上辺部分の長さと下辺部分

の長さの差であるK寸法と、前記d<sub>2</sub>との関係を次式とすると、前記許容粒径よりも大きな粒径の異物はスクロール吸い込み口<sub>2</sub>に吸い込まれることはない。

$$K > d_2 \times V_c / W_s$$

#### 産業上の利用可能性

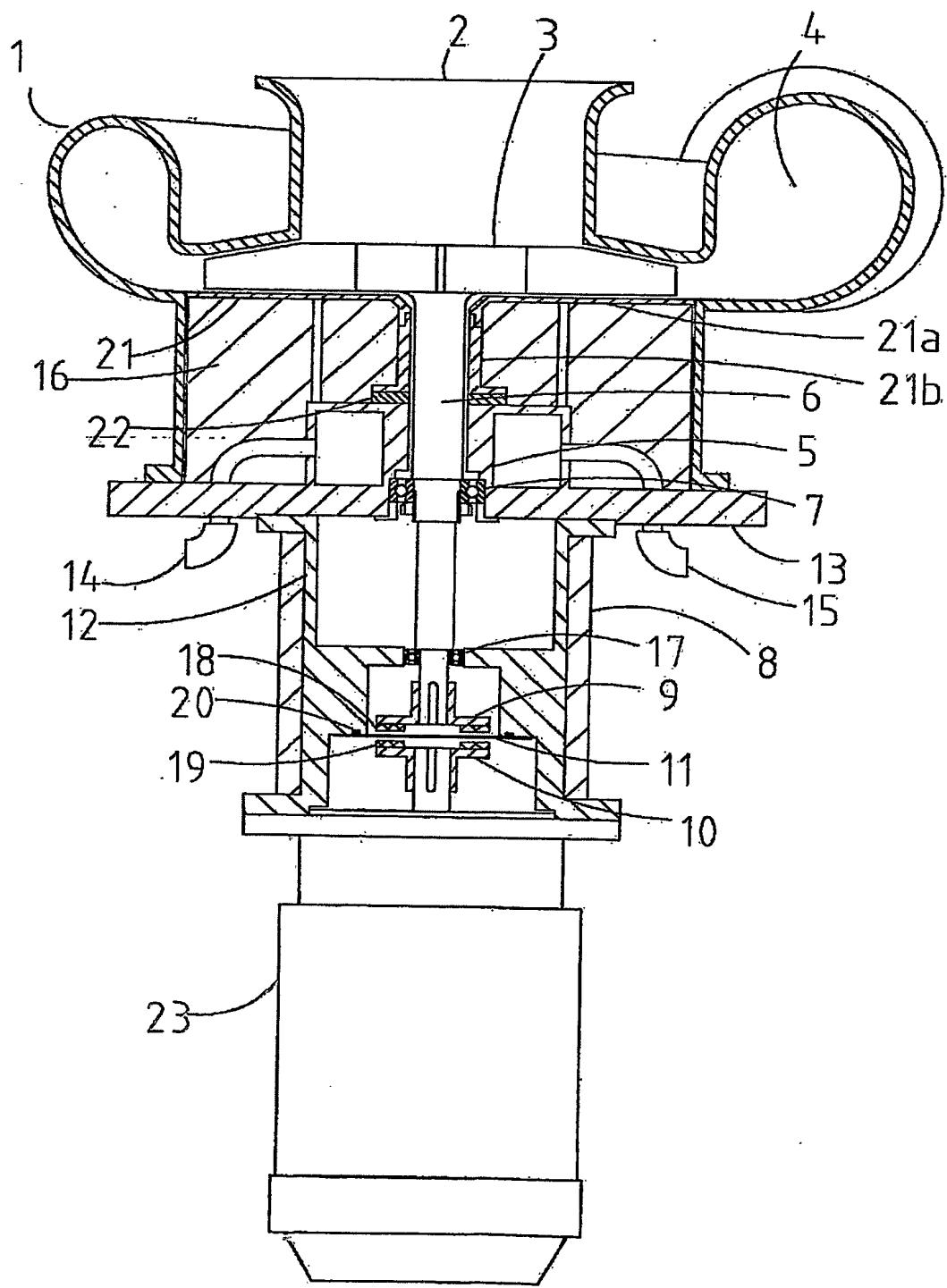
以上説明したように、本発明によれば電源以外のユーティリティを用いずに簡便で完全ガスタイルなシール機構と、空冷による冷却機構を得ることが可能となる。本発明による高温ガス送風用ファンを固体酸化物型等燃料電池に用いれば、長期間安定性の高い高効率操業が可能となる。また、一般工業用の各種熱処理炉や焼成炉への高温ガス送風用ファン導入を促進し、熱効率、品質向上に寄与する。

## 請求の範囲

1. 回転軸に片持ち支持された耐熱性を有するインペラと、該回転軸に装着された軸受と、前記インペラと該軸受との間に配置された断熱層と、該断熱層と前記軸受との間に配置された冷却部とで構成される高温ガス送風用ファンにおいて、前記回転軸のインペラとは反対側の軸端に磁気継手の対の第1の継手体が配設され、該第1の継手体と駆動用モーター軸の軸端に装着された前記磁気継手の対の第2の継手体との間に非磁性隔壁が配設され、前記回転軸を囲む空間が該非磁性隔壁とケーシングとで外界から遮断密閉されていることを特徴とする高温ガス送風用ファン。
2. 前記密閉空間に不活性ガスを封入する請求項1記載の高温ガス送風用ファン。
3. 回転軸に片持ち支持された耐熱性を有するインペラと、該回転軸に装着された軸受と、前記インペラと該軸受との間に配置された断熱層とで構成される高温ガス送風用ファンにおいて、前記断熱層と前記軸受との間に配設された受熱部と、ケーシングの外側に設けられた空冷熱放散部と、前記受熱部と前記空冷熱放散部を連結する熱輸送部とからなる空冷機構を備えていることを特徴とする高温ガス送風用ファン。
4. 前記受熱部と前記熱輸送部とが一体のサーモサイフォンヒートパイプである請求項3記載の高温ガス送風用ファン。
5. 前記冷却部が、前記断熱層と前記軸受との間に配設された受熱部と、前記ケーシングの外側に設けられた空冷熱放散部と、前記受熱部と前記空冷熱放散部を連結する熱輸送部とからなる空冷機構である請求項1記載の高温ガス送風用ファン。
6. スクロールの吸い込み口に慣性集塵装置が設けられている請求項1～5のいずれかに記載の高温ガス送風用ファン。
7. 固体酸化物型等燃料電池用である請求項1～6のいずれかに記載の高温ガス送風用ファン。

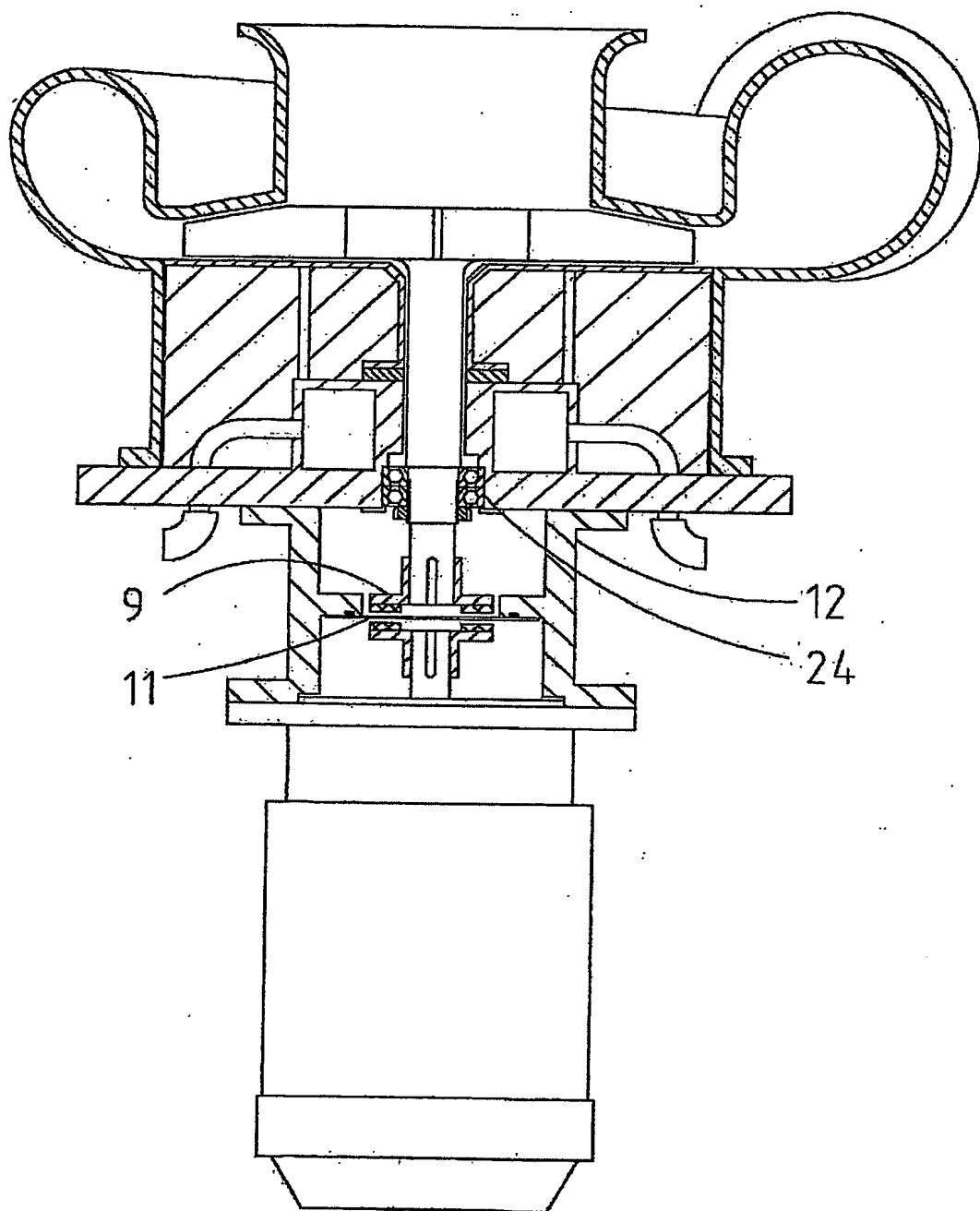
1 / 7

図 1



2 / 7

図 2



3 / 7

図3

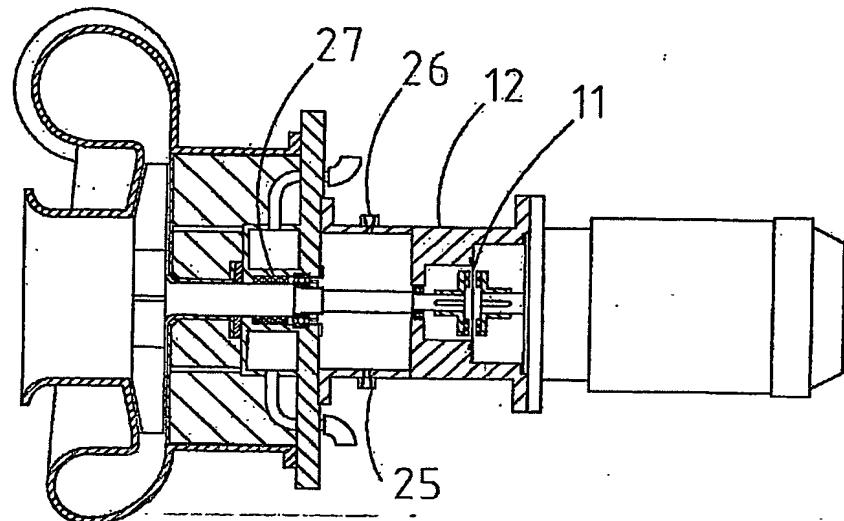
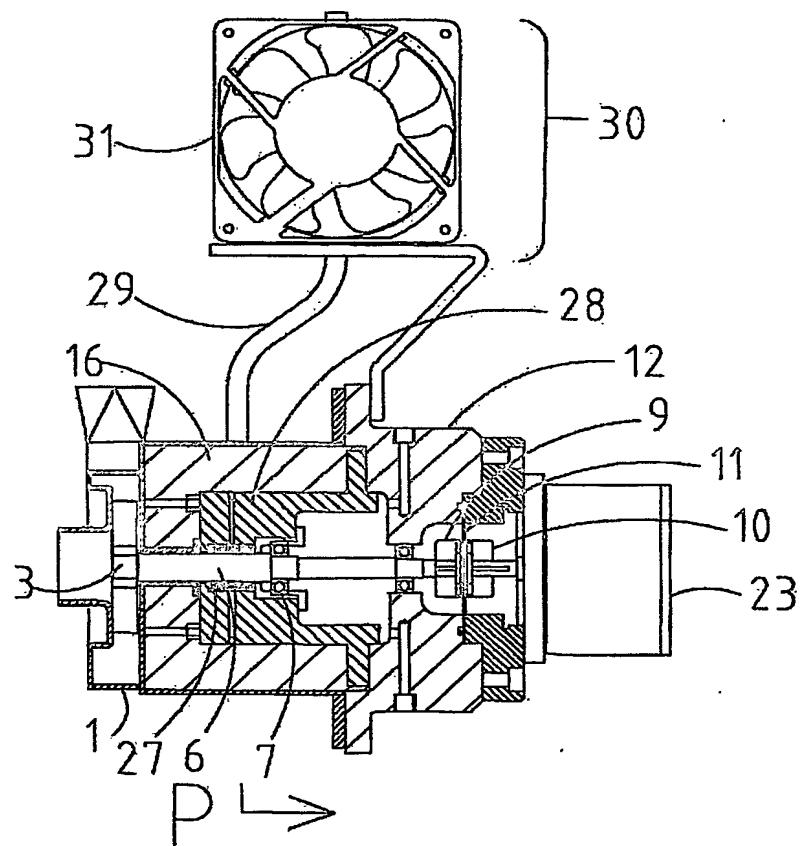


図4



4 / 7

図5

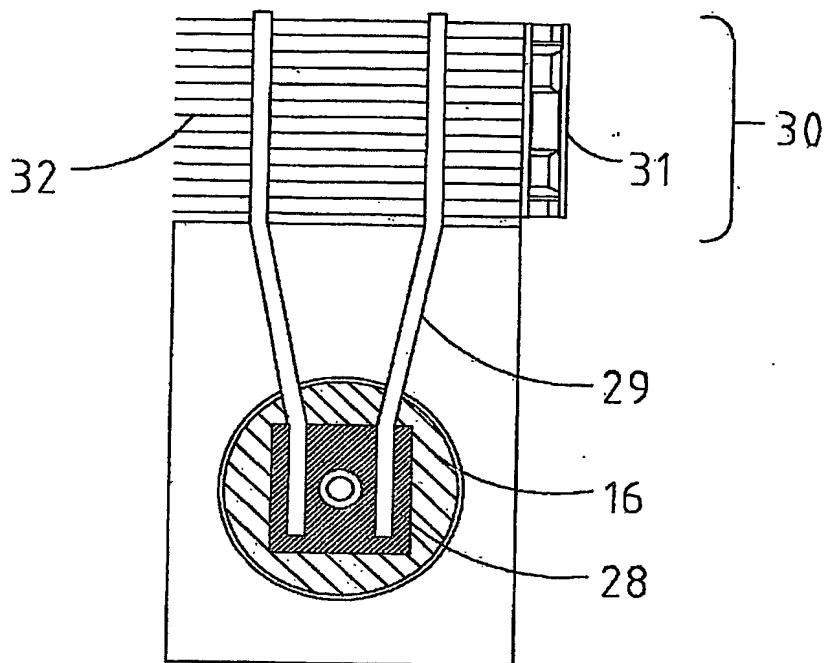
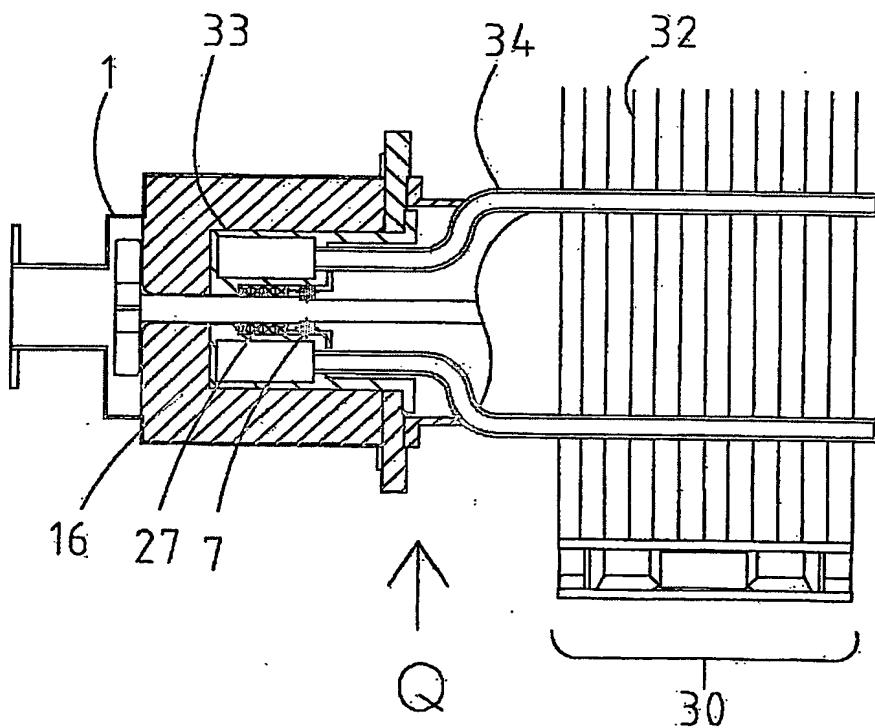


図6



5 / 7

図7

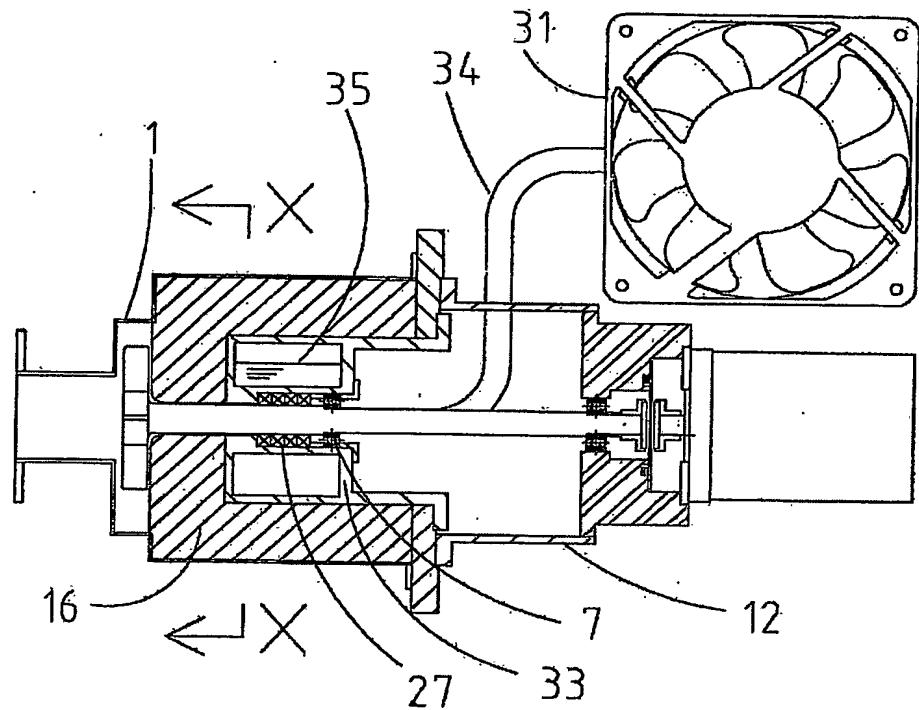
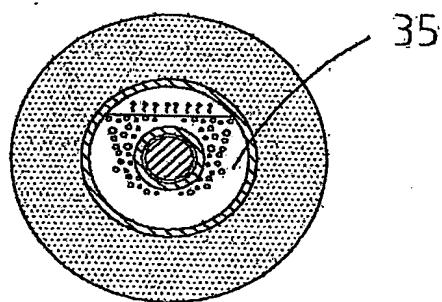


図8



6 / 7

図9

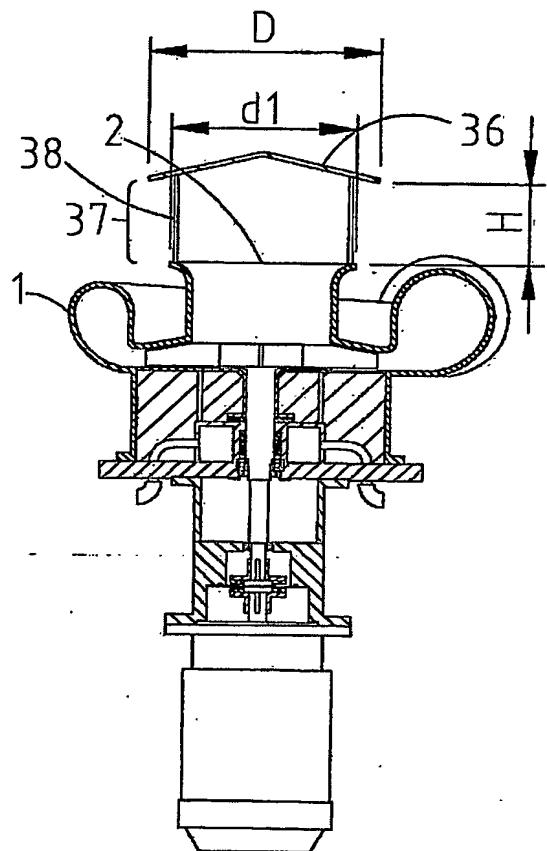
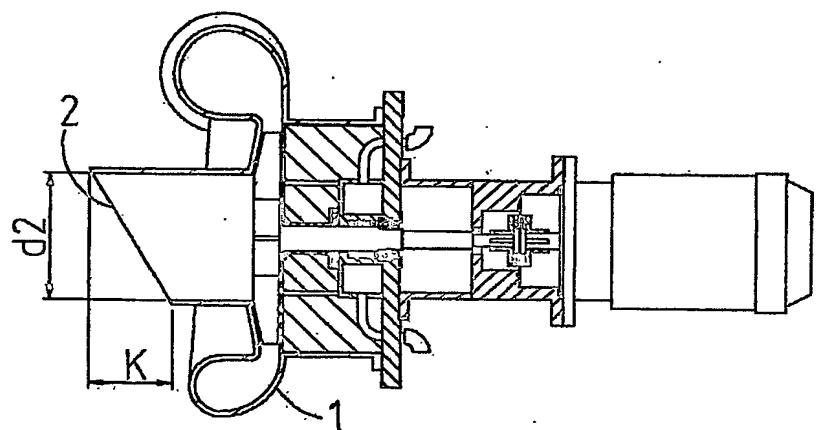
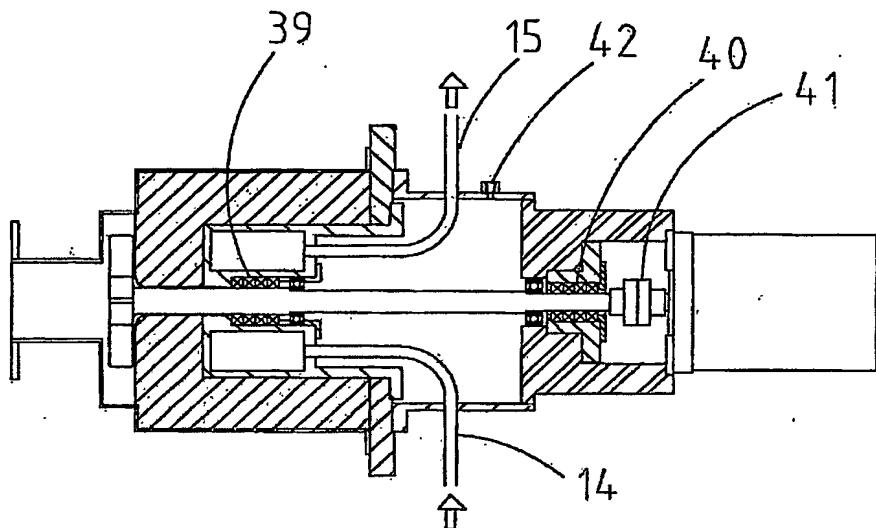


図10



7 / 7

図11



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2004/001040

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl<sup>7</sup> F04D29/58, H01M8/04

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)  
Int.Cl<sup>7</sup> F04D29/58, H01M8/04, F04D25/06, F04D29/70Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched  
Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2004  
Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2004 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2004

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 1-249999 A (Ebara Corp.), 05 October, 1989 (05.10.89), Full text; Fig. 1 (Family: none)	1-7
A	JP 2003-31244 A (Honda Motor Co., Ltd.), 31 January, 2003 (31.01.03), Par. No. [0042]; Fig. 3 (Family: none)	1, 7
A	JP 2000-35191 A (Ishikawajima-Harima Heavy Industries Co., Ltd.), 02 February, 2000 (02.02.00), Full text; Fig. 1 to 2 (Family: none)	1, 3

 Further documents are listed in the continuation of Box C. See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	
"A"	document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
"E"	earlier application or patent but published on or after the international filing date
"L"	document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
"O"	document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
"P"	document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed
"T"	later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"X"	document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"Y"	document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"&"	document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search  
16 April, 2004 (16.04.04)Date of mailing of the international search report  
11 May, 2004 (11.05.04)Name and mailing address of the ISA/  
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

## A. 発明の属する分野の分類(国際特許分類(IPC))

Int. C17 F04D29/58, H01M8/04

## B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料(国際特許分類(IPC))

Int. C17 F04D29/58, H01M8/04, F04D25/06, F04D29/70

## 最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1922-1996年  
 日本国公開実用新案公報 1971-2004年  
 日本国登録実用新案公報 1994-2004年  
 日本国実用新案登録公報 1996-2004年

## 国際調査で使用した電子データベース(データベースの名称、調査に使用した用語)

## C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
A	JP 1-249999 A (株式会社荏原製作所), 1989. 10. 05, 全文, 第1図 (ファミリーなし)	1-7
A	JP 2003-31244 A (本田技研工業株式会社), 2003. 01. 31, 【0042】段落, 第3図 (ファミリーなし)	1, 7
A	JP 2000-35191 A (石川島播磨重工業株式会社), 2000. 02. 02, 全文, 第1-2図 (ファミリーなし)	1, 3

 C欄の続きにも文献が列挙されている。 パテントファミリーに関する別紙を参照。

## \* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの

「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献(理由を付す)

「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

## の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&amp;」同一パテントファミリー文献

## 国際調査を完了した日

16. 04. 2004

## 国際調査報告の発送日

11. 5. 2004

## 国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

## 特許庁審査官(権限のある職員)

刈間 宏信

3T 8816

電話番号 03-3581-1101 内線 6972